

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **G brauchsmuster**
⑩ **DE 299 03 301 U 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 R 4/62
H 01 R 4/20
H 01 R 43/02
B 23 K 20/12

②① Aktenzeichen:	299 03 301.5
②② Anmeldetag:	24. 2. 99
④⑦ Eintragungstag:	12. 5. 99
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	24. 6. 99

⑦③ **Inhaber:**
Auto-Kabel Managementgesellschaft mbH, 79688
Hausen, DE

⑦④ **Vertreter:**
Patent- und Rechtsanwaltssozietät Schmitt,
Maucher & Börjes-Pestalozza, 79102 Freiburg

⑤④ **Verbindung eines elektrischen Aluminiumkabels mit einem aus Kupfer o.dgl. Metall bestehenden Anschlußteil**

DE 299 03 301 U 1

DE 299 03 301 U 1

25.02.99

PATENT- UND RECHTSANWALTSSOZIELTÄT
SCHMITT, MAUCHER & BÖRJES

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Schmitt
Patentanwalt Dipl.-Ing. W. Maucher
Patent- und Rechtsanwalt H. Börjes-Pestalozza

Auto-Kabel Hausen GmbH & Co.
Betriebs-KG
Im Grien 1
79688 Hausen i.W.

Dreikönigstraße 13
D-79102 Freiburg i. Br.

Telefon (07 61) 70 67 73
Telefax (07 61) 70 67 76



24. FEB. 1999 Mr/ne

**Verbindung eines elektrischen Aluminiumkabels mit einem aus
Kupfer oder dergleichen Metall bestehenden Anschlußteil**

Die Erfindung betrifft eine Verbindung eines elektrischen
Aluminiumkabels, insbesondere eines aus mehreren Aluminiumdrähten
oder -litzen gebildeten und isolierten Aluminiumkabels mit einem
aus Kupfer, aus einer Kupferlegierung und/oder aus Messing oder
5 dergleichen Metall bestehenden Anschlußteil, zum Beispiel mit einer
Batterieklemme, einem Kabelschuh, einem Anschlußadapter, einem
Steckerteil, einem Kabelstück oder dergleichen, für die elektrische
Anlage eines Kraftfahrzeuges.

10 Der Gedanke, die aus Kupfer oder Kupferlegierungen bestehenden
stromführenden Leitungen, insbesondere Energieleitungen, mit relativ
großem Querschnitt in Kraftfahrzeugen durch solche aus Aluminium
zu ersetzen, ist bekannt, weil Aluminium auch dann zu einem
geringeren Gewicht führt, wenn die Leitungsquerschnitte wegen der
15 etwas geringeren Leitfähigkeit von Aluminium gegenüber Kupfer
vergrößert werden müssen.

Dabei wurden Versuche gemacht, die zu verbindenden Teile, also ein
Aluminiumkabel und ein entsprechendes Anschlußteil, mittels Hülsen
20 und Klemmen stromführend zu verbinden. Dabei besteht jedoch das
Problem, daß an der Oberfläche von Aluminium unter dem Einfluß des

25.02.99

Luftsauerstoffes eine dünne Oxidschicht entsteht, deren Dicke mit der Zeit zunimmt und die elektrisch nicht leitend ist. Die elektrisch leitende Verbindung eines Aluminiumkabels mit einem Anschlußteil aus anderem Metall erfordert deshalb die Beseitigung bzw. die
5 Durchdringung einer solchen Oxidschicht und die Verhinderung einer erneuten Bildung einer solchen Oxidschicht.

Ferner ergibt sich bei der Verbindung eines aus Einzeldrähten oder Litzen gebildeten Aluminiumkabels mit einem Anschlußteil die
10 Notwendigkeit, zur Verminderung des elektrischen Widerstandes eine Klemmverbindung mit hoher Preßkraft vorzunehmen. Dies führt an der Preßstelle zu Verformungen der Querschnitte der einzelnen Aluminiumdrähte, so daß diese an der Verbindungsstelle von vorneherein geschwächt sind und unter der dynamischen Belastung
15 in einem Kraftfahrzeug im Laufe der Zeit brechen können. Besonders hohe dynamische Beanspruchungen entstehen dabei im Bereich des Antriebsmotors, der Lichtmaschine und auch der Batterie.

Auf der anderen Seite ist es nicht möglich, das Anschlußteil selbst
20 ebenfalls aus Aluminium zu fertigen, weil im Bereich von Batterien oder Akkumulatoren Säuredämpfe nicht ganz auszuschließen sind, die Aluminium in erheblich höherem Maße als Kupfer, Kupferlegierungen oder Messing angreifen, und weil Anschlüsse an mit einem Verbrennungsmotor verbundene Aggregate wie Lichtmaschinen einer so
25 hohen dynamischen Belastung ausgesetzt sind, daß daraus im Laufe der Zeit der weniger stabile Werkstoff Aluminium zu Bruch geht beziehungsweise die Anschlußverbindung zerstört wird.

Aluminium unterliegt auch einer größeren Korrosionsgefahr als
30 Kupfer, das eine relativ gute Korrosionsbeständigkeit hat, weil Aluminium relativ unedel ist und deshalb das Bestreben hat, in die stabilere oxidische Form überzugehen, aus der es unter Aufwendung von Energie erzeugt wurde.

35 Werden Metalle unterschiedlich edlen Charakters leitend miteinander

verbunden, besteht die Gefahr einer Kontaktkorrosion. Dabei sind die Kupferwerkstoffe aufgrund ihres edlen Potentials weniger als Aluminium gefährdet, können sich aber bei einer Verbindung damit auf dieses Metall gefährdend auswirken. Da Aluminium das unedlere Metall gegenüber Kupfer ist, kann es bei einer Berührverbindung bei hohen Strömen und längeren Belastungszeiten vor allem in feuchtem, salzhaltigem Klima dazu kommen, daß das unedlere Metall, also das Aluminium, als "Opferanode" wirkt und abnimmt. Es kommt also mit der Zeit zu einem Materialverlust an der Kontaktoberfläche, was sich negativ auf den Kontaktwiderstand und die Festigkeit auswirkt.

Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Verbindung zu der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine hohe Festigkeit gegenüber den dynamischen Belastungen und eine gute Leitfähigkeit hat und eine Oxidschicht oder Korrosion an dem Aluminium im Bereich der Verbindung durch den Verbindungsvorgang selbst einerseits beseitigt und/oder andererseits eine Oxidschicht in diesem Bereich der gegenseitigen Kontaktierung der unterschiedlichen Metalle verhindert.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die eingangs genannte Verbindung eines elektrischen Aluminiumkabels mit einem Anschlußteil aus einem anderen Metall dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung des Aluminiumkabels vor der Berührstelle mit dem Anschlußteil endet oder entfernt ist, daß eine Stützhülse vorgesehen ist, die zumindest den der endseitigen Stirnseite des abisolierten Teiles des Aluminiumkabels benachbarten Bereich umschließt, daß diese Stützhülse mit dem Ende des Aluminiumkabels verpreßt und/oder darauf aufgeschrumpft ist, so daß die Drähte oder Litzen des Aluminiumkabels zumindest im Bereich der Stirnseite zusammengedrückt sind, und daß das Anschlußteil mit der Stirnseite des Endes des Aluminiumkabels verschweißt ist.

Die Verbindung ist also vor allem durch eine zusätzliche Stützhülse an dem Aluminiumkabel gekennzeichnet, die die einzelnen Drähte oder Litzen durch Zusammendrücken genügend stabilisiert und einander

annähert, um eine metallische Fläche an der Stirnseite des Kabels zu ergeben, die dann gleichzeitig die Verbindungsstelle mit dem Anschlußteil ist. Dadurch ist es möglich, diese Stirnseite von Oxid zu befreien, sofern sich dort welches gebildet haben sollte, und
5 dann diese Stirnseite mit dem Anschlußteil stumpf zu verschweißen, so daß auch zukünftig an dieser Stelle kein Oxid entstehen kann. Bekanntermaßen kann Aluminium mit Kupfer durchaus verschmolzen und verschweißt werden und also an der erfindungsgemäßen Verbindung sogar eine gegenseitige Legierung bilden. Versuche haben gezeigt,
10 daß die Reißfestigkeit einer solchen Verbindung höher als die des Aluminiumkabel und/oder des Anschlußstückes selbst sein kann.

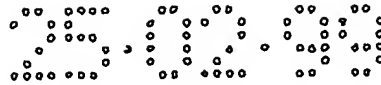
Besonders günstig ist es, wenn die Stützhülse bis über den Übergang zwischen dem abisolierten Bereich des Aluminiumkabels und der
15 Isolierung, einen Teil der Isolierung umschließend, reicht. Die Stützhülse erhält also zweckmäßigerweise eine größere axiale Länge als der abisolierte Bereich des Aluminiumkabels, so daß eine gute Aussteifung im Bereich der Verbindungsstelle bis unter die Isolierung erreicht wird, was zu einer gleichmäßigen Verteilung der Preßkräfte
20 im Verbindungsbereich führt, ohne die einzelnen Aluminiumdrähte zu stark zu belasten und zu verformen. Somit ist eine solche Verbindungsstelle auch Querkraften und dynamischen Belastungen, wie sie in Kraftfahrzeugen auch an mit dem Motor verbundenen Aggregaten auftreten können, gewachsen. Gleichzeitig kann eine gute
25 Abdichtung des Aluminiumkabels und der Verbindung erzielt werden.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn das eine Ende der Stützhülse bündig mit der endseitigen Stirnseite des abisolierten Bereiches des Aluminiumkabels ist. Die Stützhülse vergrößert dadurch dann die
30 Verbindungsstelle in radialer Richtung und steht selbst auch zur Verschweißung mit einem entsprechend bemessenen Anschlußstück oder Gegenstück zur Verfügung, sofern die das Ende des Aluminiumkabels zusammendrückende Stützhülse eine Metallhülse, insbesondere eine Aluminiumhülse ist. Vor allem eine Aluminiumhülse hat dabei den
35 Vorteil, daß sie sich bezüglich Wärmedehnung, elektrischer

25.00.99

Leitfähigkeit und Verschweißbarkeit wie das Aluminiumkabel selbst verhält, also gewissermaßen eine Ergänzung des Aluminiumkabels an der Verbindungsstelle ist.

- 5 Besonders günstig ist es, wenn das Aluminiumkabel und die aufgeschrumpfte oder aufgepreßte Stützhülse und das Anschlußteil einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt insbesondere gleicher Größe haben. Die Schweißstelle kann dann über den gesamten Querschnitt der Verbindung und dabei gleichzeitig den gesamten
- 10 Querschnitt des Anschlußteiles einerseits und der aus Aluminiumkabel und Stützhülse gebildeten Einheit andererseits reichen. Entsprechend günstige Widerstandswerte für den elektrischen Strom können an dieser großflächigen Verbindung erzielt werden.
- 15 Für eine bestmögliche Verteilung der Druckkräfte auf die einzelnen Drähte oder Litzen des Aluminiumkabels ist es günstig, wenn die Stützhülse zum Verpressen oder Vorverpressen des Aluminiumkabels in ihrem Inneren wenigstens zwei Abschnitte unterschiedlichen Innenquerschnittes oder Innendurchmessers hat und der Abschnitt
- 20 mit dem größeren Innendurchmesser das Ende der Isolierung des Aluminiumkabels und der Bereich kleineren Innenquerschnittes den abisolierten Bereich des Aluminiumkabels umgreift. Dabei kann die Differenz der Innendurchmesser der Stützhülse etwa der doppelten Dicke der Isolierung des Aluminiumkabels entsprechen. Es kann also
- 25 mit dieser Gestaltung der Stützhülse der Querschnittsunterschied zwischen isoliertem und nichtisoliertem Teil des Aluminiumkabels Rechnung getragen werden, so daß die Stützhülse vor und auch nach dem Verpressen an ihrer Außenseite weitgehend einen gleichbleibenden Umfang hat und die Mittel zum Verpressen keine Querschnittsunter-
- 30 schiede berücksichtigen müssen, obwohl diese im Inneren der Stützhülse an dem Aluminiumkabel vorhanden sind. Da das der Verbindungsstelle abgewandte Ende der Verpressung im isolierten Bereich des Aluminiumkabels angeordnet werden kann, werden die einzelnen Drähte des Kabels gegen zu starke mechanische Verformungen
- 35 aufgrund des Preßvorganges geschützt und behalten somit ihre



Festigkeit.

Es wurde schon erwähnt, daß die Verbindung durch stumpfes Schweißen fertiggestellt sein kann. Besonders günstig ist es dabei, wenn das mit der Stützhülse versehene Ende des Aluminiumkabels mit dem Anschlußteil durch Reibschweißen verbunden ist. Reibschweißen ist an sich bekannt und wird in vielen Fällen dadurch bewirkt, daß eines der Teile vor der Verbindung in Rotation versetzt wird, dann gegen das andere Teil bewegt wird, wodurch eine Reibungswärme entsteht, die hoch genug zum Verschweißen der Teile ist, so daß sie sich nach dem Abbremsen der Rotation fest miteinander verbinden. Vor allem beim Verbinden eines Aluminiumkabels mit einem Anschlußteil kann dadurch gleichzeitig eine eventuell an der Verbindungsstelle bzw. Stirnseite des Aluminiumkabels entstandene Oxidschicht automatisch beseitigt werden, weil durch die mechanische Reibung eine solche Schicht durchdrungen und entfernt wird. Somit ist eine elektrische Verbindung eines Aluminiumkabels mit einem Anschlußteil durch Reibschweißen als besonders vorteilhaft und günstig anzusehen, zumal relativ geringe Energien für diese Art des Verschweißens beispielsweise gegenüber einem auch denkbaren Abbrenn-Stumpfschweißen notwendig sind.

Das eingangs schon erwähnte Verfahren ist zur Lösung der Aufgabe dadurch gekennzeichnet, daß das Aluminiumkabel an dem Verbindungsende abisoliert und auf die abisolierte Stelle eine Stützhülse aufgesteckt wird, daß die Stützhülse verpreßt oder geschrumpft und dadurch die Drähte oder Litzen des Aluminiumkabels zusammengedrückt werden und daß das Aluminiumkabel zusammen mit der Stützhülse mit dem Anschlußteil stumpf verschweißt wird. Statt aufwendige Klemmverbindungen anzubringen, bei denen eine mechanische Verklebung und Verbindung der beiden zu verbindenden Teile durchgeführt wird und die möglicherweise anschließend noch einmal mit Kunststoff umgossen werden muß, werden also die beiden Teile unterschiedlicher Werkstoffe miteinander verschweißt, wobei die weiche und nachgiebige Stirnseite des Aluminiumkabels zunächst durch eine Stützhülse

mechanisch verfestigt wird, um den Belastungen der Verschweißung standzuhalten.

5 Dabei kann zweckmäßigerweise dahingehend verfahren werden, daß die
Stützhülse mit einem Ende bündig zu der Stirnseite des Aluminium-
kabels angeordnet wird, das heißt ein Ende der Stützhülse wird zur
Vergrößerung der Stirnseite des Aluminiumkabels und damit der
Verbindungsstelle herangezogen und mitverwendet. Gleichzeitig wird
10 sichergestellt, daß an der Stirnseite die einzelnen Drähte oder
Litzen des Aluminiumkabels auch tatsächlich einerseits alle
zusammengedrückt und verfestigt miteinander angeordnet und dennoch
für die Verschweißung zugänglich sind. Dabei können auch diese Drähte
miteinander bündig sein und eine ebene Stirn- oder Querschnittsfläche
bilden.

15 Eine besonders günstige Verfahrensweise kann darin bestehen, daß
das mit der Stützhülse versehene Aluminiumkabel mit dem Anschlußteil
durch Reibschweißen verbunden wird. Gegenüber einem elektrisch
unterstützten Stumpfschweißverfahren wird dafür in vorteilhafter
20 Weise wesentlich weniger Energie benötigt. Dennoch erlaubt das Reib-
schweißverfahren eine Verschweißung der Materialien Aluminium einer-
seits und Kupfer oder Kupferlegierung oder dergleichen Metall ander-
erseits unter Bildung intermetallischer Phasen, das heißt die Oxid-
schicht am Aluminium wird zerstört und die Korrosionsmöglichkeit
25 an der Verbindungsstelle eliminiert. Da das Aluminiumkabel mit der
Stützhülse zuvor oder spätestens gleichzeitig mit dem Schweißvorgang
verpreßt wird, entsteht eine Art Vollzylinder, an dessen Stirnseite
oder Kopffläche die Verschweißung erfolgen kann. Die Verpressung
der einzelnen Drähte des Aluminiumkabels braucht also nur gut genug
30 zu sein, um den Belastungen des Reibschweißvorganges standzuhalten.
Dabei kann ein solcher Reibschweißvorgang mit einem geringen
Materialverlust an der Verbindungs- und Schweißstelle einhergehen,
der sich in Form einer Wulst um die Nahtstelle abzeichnet, die
gleichzeitig die Verbindungsstelle vergrößert und damit die
35 Verbindung selbst verstärkt.

Besonders günstig ist es, wenn das mit dem Aluminiumkabel zu verbindende oder stumpf zu verschweißende Anschlußteil gedreht und rotierend gegen die Stirnseite des Aluminiumkabels gedrückt und durch die dabei entstehende Reibwärme nach dem Abbremsen der Rotation verschmolzen oder verschweißt wird. Zwar könnte die Reibung und die Reibwärme auch durch andere gegenseitige Relativbewegungen bewirkt werden, jedoch hat die Rotation den großen Vorteil, daß die zu verbindenden Teile in Querrichtung bereits ihre endgültige Lage einnehmen können und eine nahezu beliebige Umdrehungszahl an dem rotierenden Teil erzeugt werden kann, um genügend Reibungswärme für das Verschweißen zu erhalten. Gleichzeitig kann so eine eventuell auf der Aluminiumseite befindliche Oxidschicht besonders effektiv durchdrungen und beseitigt werden.

Die Drähte oder Litzen des Aluminiumkabels können vor und/oder während des Schweißvorganges zumindest im Bereich der stirnseitigen Verbindungsstelle zusammengedrückt werden, was mit der schon erwähnten Stützhülse besonders einfach durchgeführt werden kann. Dabei kann die Stützhülse außenseitig flächig, insbesondere zu einem Mehrkant, zum Beispiel zu einem Sechskant, verpreßt werden. Dadurch ergibt sich zusätzlich bei der späteren Montage die Möglichkeit für einen Werkzeugangriff, beispielsweise für den Angriff eines Schraubenschlüssels. Außerdem kann eine solche Mehrkantform an der Außenseite der Stützhülse bei der Verlegung und Montage des Kabels mit seinem Anschlußstück vorteilhaft sein.

Das Anschlußteil kann entweder ein Zylinder aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, beispielsweise aus Messing sein, der seinerseits mit einem entsprechenden Konnektor oder einer Kabelklemme oder einer Batterieklemme oder dergleichen verbunden wird oder von vorneherein schon einstückig damit verbunden ist. Ein solcher Zylinder kann besonders gut in Rotation versetzt und durch Reibschweißen mit dem entsprechend vorbereiteten Aluminiumkabel verbunden werden.

Es ist aber auch möglich, daß ein als Anschlußteil dienendes

Kabelstück aus Drähten aus Kupfer, Kupferlegierung und/oder Messing an seiner Außenseite mit einer Stützhülse, insbesondere aus Kupfer, Kupferlegierung oder Messing oder dergleichen Metall, verpreßt und mit der Stirnseite des Aluminiumkabels stumpf verschweißt wird.

5 Es sind nämlich Fälle denkbar, wo zwar im wesentlichen aus Aluminium gebildete Kabel benutzt werden, die aber doch noch mit einem Stück eines Kupferkabels verbunden werden müssen insbesondere, wenn hohe dynamische Belastungen im Bereich der Verbindungsstelle auftreten können oder im weiteren Verlauf einer solchen elektrischen Leitung
10 eine Werkstoffpaarung Kupfer oder eine Kupferlegierung verlangt. In einem solchen Fall kann also das mit dem Aluminiumkabel zu verbindende Anschlußteil seinerseits ein Kabelstück aus Kupferdrähten oder dergleichen sein, das ebenfalls mittels einer Stützhülse stabilisiert wird, so daß ein Reibschweißverfahren insbesondere
15 durch Rotation vorzugsweise des Kupferteiles ermöglicht wird, bei welchem dann die Kabel selbst und die Stützhülsen miteinander verbunden und verschweißt werden.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Verbinden eines
20 Aluminiumkabels mit einem Anschlußstück aus anderem Metall kann vor allem darin bestehen, daß eine offenbare Einspannvorrichtung für das mit der Stützhülse versehene Aluminiumkabel und eine in Flucht damit angeordnete lösbare Halterung für das Anschlußteil vorgesehen sind, daß die Halterung einen Drehantrieb hat oder damit
25 kuppelbar ist und daß die Einspannvorrichtung und die Halterung relativ zueinander in Längserstreckungsrichtung des Aluminiumkabels und des damit zumindest bei gegenseitiger Berührung fluchtenden Anschlußteiles bewegbar oder verschiebbar sind. Besonders günstig ist es dabei, wenn die rotierende Halterung verschiebbar ist. Diese
30 Verschiebbarkeit schließt dann die erforderliche Andrückkraft an der Verbindungsstelle ein, die während des Verschweißens ausgeübt wird. Dabei kann die offenbare Einspannvorrichtung für das Ende des Aluminiumkabels gleichzeitig zum Verpressen der dort vorgesehenen Stützhülse herangezogen werden.

Vor allem bei Kombination einzelner oder mehrerer der vorbeschriebenen Merkmale und Maßnahmen ergibt sich eine Verbindung eines zur elektrischen Leitung dienenden Aluminiumkabels, bei welchem nicht unmittelbar an den einzelnen Drähten oder Litzen selbst geschweißt werden kann und muß, sondern eine zweckmäßigerweise aus Aluminium, also identischem Werkstoff bestehende Stützhülse vorgesehen ist, womit die Drähte und Litzen vorverdichtet werden können. Somit wird eine Art Vollzylinder gebildet, der gleichzeitig auch als Dichtung über der Isolation dient, weil er bis über diese Isolation reichen kann. Diese Dichtung hat bei Versuchen einen Wasserdichtigkeitstest mit ein Meter Wassersäule bestanden. Die Verbindungsstelle selbst hat eine hohe elektrische Leitfähigkeit, weil eine zuvor eventuell auf der Aluminiumseite und unter Umständen sogar auf der Kupferseite vorhandene Oxidschicht durch Reibschweißen bei einer relativen gegenseitigen Rotation eliminiert werden kann, so daß die beiden unterschiedlichen Metalle in intermetallische Phasen gelangen und miteinander verschmolzen und verschweißt werden.

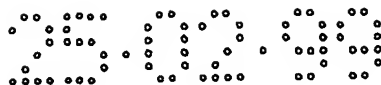
Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt in zum Teil schematisierter Darstellung:

Fig.1 das Ende eines abisolierten Aluminiumkabels, eine darüber aufsteckbare und anpreßbare Stützhülse und eine Batterieklemme aus anderem Metall, die miteinander elektrisch leitend zu verbinden sind,

Fig.2 die elektrische Verbindung des Aluminiumkabels, der Stützhülse und der Batterieklemme gemäß Fig.1 mit einer Reibschweißnaht an der Verbindungsstelle,

Fig.3 eine der Fig.1 entsprechende Darstellung, bei welcher ein Kabelschuh zur elektrisch leitenden Verbindung und Verschweißung mit einem Aluminiumkabel vorgesehen ist,

- Fig.4 eine der Fig.2 entsprechende Darstellung der Verbindung des Kabelschuhs mit dem mit einer Stützhülse versehenen Aluminiumkabel,
- 5 Fig.5 ein Aluminiumkabel, eine Stützhülse und ein damit zu verbindender Anschlußadapter oder Steckerstift aus Buntmetall vor der gegenseitigen Verbindung und
- 10 Fig.6 die Verbindung des Anschlußadapters an dem Aluminiumkabel durch eine Reibverschweißung,
- 15 Fig.7 das abisolierte Ende eines Aluminiumkabels mit einer dazu gehörenden Stützhülse und das abisolierte Ende eines Kupferkabels mit dazu gehörender und dazu passender Stützhülse sowie
- 20 Fig.8 die Verbindung des mit Stützhülse versehenen Aluminiumkabels mit dem mit Stützhülse versehenen Kupferkabelstück durch stumpfes oder Reib-Verschweißen.
- 25 Bei den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen von Verbindungen eines elektrischen Aluminiumkabels 1, das aus einzelnen Aluminiumdrähten 2 und einer Isolierung 3 besteht mit einem Anschlußteil 4, erhalten übereinstimmende Teile jeweils dieselben Bezugswahlen.
- 30 In den Figuren 2, 4, 6 und 8 ist jeweils eine im ganzen mit V bezeichnete Verbindung des elektrischen Aluminiumkabels 1, das aus einzelnen Aluminiumdrähten 2 oder gegebenenfalls aus Litzen gebildet und mit der Isolierung 3 versehen ist, mit einem aus Kupfer, aus einer Kupferlegierung und/oder aus Messing oder dergleichen Metall bestehenden Anschlußteil 4 dargestellt. Fig.2 zeigt dabei eine Verbindung V des Aluminiumkabels 1 mit einer Batterieklemme 5, Fig.4 eine derartige Verbindung mit einem Kabelschuh 6, Fig.6 eine
- 35 Verbindung mit einem Anschlußadapter 7, der auch ein Steckerteil



mit Steckerstiften 8 sein kann, und Fig.8 die Verbindung V eines elektrischen Aluminiumkabels 1 mit einem Kabelstück 9 aus Kupfer, einer Kupferlegierung oder dergleichen Metall, wobei ebenfalls einzelne Drähte 10 und eine Isolierung 11 vorgesehen sind.

5

10

Vor allem in den Figuren 1, 3, 5 und 7 erkennt man dabei deutlich, daß die Isolierung 3 des Aluminiumkabels 1 vor der - in diesen Figuren noch nicht beaufschlagten späteren - Berührstelle, also vor der endseitigen Stirnseite 12 endet oder entfernt ist, so daß das Aluminiumkabel 1 an dem zu verbindenden Ende also abisoliert ist, und daß eine Stützhülse 13 vorgesehen ist, die gemäß den schon erwähnten Figuren 2, 4, 6 und 8 den die endseitige Stirnseite 12 des abisolierten Teiles des Aluminiumkabels 1 benachbarten Bereich in Gebrauchsstellung außenseitig umschließt.

15

20

25

30

Die Stützhülse 13 kann also zunächst in Längserstreckungsrichtung außenseitig auf das zu verbindende und abisolierte Ende des Aluminiumkabels 1 aufgesteckt und verpreßt oder aufgeschrumpft werden, so daß die Drähte 2 des Aluminiumkabels 1 zumindest im Bereich der Stirnseite 12 zusammengedrückt sind, so daß praktisch ein Vollzylinder entsteht. Bei der fertigen Verbindung V ist das Anschlußteil 4, welches gemäß den einzelnen Ausführungsbeispielen unterschiedlich gestaltet sein kann, mit der Stirnseite 12 und auch der Stützhülse 13 verschweißt. Man erkennt in den Figuren 2, 4, 6 und 8 in schematisierter Darstellung eine wulstförmige umlaufende Schweißnaht 14. Dabei ist in diesen Figuren die Verbindungsstelle V weiterhin durch einen die Durchmessersebene der Verbindung V andeutenden Querstrich markiert, obwohl bei der Verschweißung keinerlei Trennstelle oder Fuge verbleibt, sondern die beiden Metalle der verbundenen Teile aufgrund einer durch die Schweißhitze erfolgenden Verschmelzung fugenlos verbunden werden.

35

In allen Ausführungsbeispielen erkennt man, daß nach Fertigstellung der Verbindung V die Stützhülse 13 bis über den Übergang zwischen dem abisolierten Bereich des Aluminiumkabels 1 und der Isolierung

3, einen Teil der Isolierung 3 umschließend, reicht. Die Stützhülse 13 dient also nicht nur zum Zusammendrücken der Drähte 2 und zur Bildung des schon erwähnten Vollzylinders, der das Verschweißen an der Stirnseite 12 begünstigt, sondern gleichzeitig als Dichtung
5 über der Isolation 3. Da die Stützhülse 13 mit dem Aluminiumkabel 1 und damit auch mit dem Ende von dessen Isolierung 3 verpreßt oder darauf aufgeschrumpft ist, wird auch das Ende der Isolierung 3 entsprechend fest mit den Drähten 2 des Aluminiumkabels 1 verbunden, so daß eine hohe Wasserdichtigkeit erzielt wird.

10

Dabei erkennt man in allen Ausführungsbeispielen deutlich, daß das eine Ende 13a der Stützhülse 13 in Gebrauchsstellung bündig mit der endseitigen Stirnseite 12 des abisolierten Bereiches des Aluminiumkabels 1 und mit den Drähten 2 ist, so daß also der schon
15 erwähnte Vollzylinder an der Stirnseite 12 des Aluminiumkabels 1 praktisch um die dort vorhandene Dicke der Stützhülse 13 vergrößert ist und eine entsprechend vergrößerte Fläche zum Verbinden mit dem Anschlußteil 4 darstellt.

20 Dabei haben das Aluminiumkabel 1 und die aufgeschrumpfte oder aufgepreßte Stützhülse 13 einerseits und das Anschlußteil 4 andererseits einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt von im Ausführungsbeispiel jeweils gleicher Größe, wie man es sowohl in der Ausgangslage der Teile vor ihrer gegenseitigen Verbindung
25 als auch nach Fertigstellung der Verbindung V jeweils erkennt.

Da die das Ende des Aluminiumkabels 1 zusammendrückende Stützhülse 13 eine Metallhülse und insbesondere eine Aluminiumhülse, gegebenenfalls aber auch eine Kupfer- oder Messinghülse, ist, nimmt
30 sie an dem Schweißvorgang und an der Ausbildung der Schweißnaht 14 Teil und verbessert damit gleichzeitig die gegenseitige Verbindung der Teile, weil somit nicht nur die ebene, flächige Stirnseite 12 mit dem Anschlußteil 4 verbunden wird, sondern auch das Ende 13a der Stützhülse 13, die andererseits bis über die Isolierung 3 reicht
35 und eventuell auftretende dynamische Zug- oder Querkräfte gut

verteilt.

Die Stützhülse 13 hat in ihrem Inneren zwei Abschnitte unterschiedlicher Innenquerschnitte oder Innendurchmesser. Der Abschnitt 13b mit dem größeren Innendurchmesser umgreift dabei das Ende der Isolierung 3 des Aluminiumkabels 1 und der Abschnitt 13c kleineren Innenquerschnittes umgreift den abisolierten Bereich des Aluminiumkabels 1. Die Differenz der Innendurchmesser dieser beiden Abschnitte 13b und 13c der Stützhülse 13 entspricht dabei der doppelten Dicke der Isolierung 3 des Aluminiumkabels 1, das heißt die Differenz der Innenradien der beiden Abschnitte 13b und 13c der Stützhülse 13 entsprechen etwa der Dicke der Isolierung 3, so daß trotz der Stufung zwischen dem isolierten und dem abisolierten Bereich des Aluminiumkabels 1 die Außenseite der Stützhülse 13 im wesentlichen glatt und ohne Absatz oder Durchmesseränderung verlaufen kann.

Um die Verbindung V herzustellen, wird also das Aluminiumkabel 1 zunächst an dem Verbindungsende abisoliert, indem entweder die Isolierung 3 auf eine bestimmte Länge entfernt oder von vorneherein weggelassen wird. Auf die abisolierte Stelle wird die Stützhülse 13 aufgesteckt. Danach wird die Stützhülse 13 verpreßt oder geschrumpft, wodurch die Drähte 2 oder Litzen des Aluminiumkabels 1 zusammengedrückt werden, so daß sich an der Stirnseite 12 trotz der Bildung aus diesen einzelnen Drähten 2 praktisch ein Vollquerschnitt ergibt. Danach wird das Aluminiumkabel 1 zusammen mit der Stützhülse 13 mit dem Anschlußteil 4, welches gemäß den einzelnen Ausführungsbeispielen unterschiedlich gestaltet sein kann, stumpf verschweißt. Aufgrund der Schweißhitze und einer gegenseitigen Druckkraft in Längsrichtung der zu verbindenden Teile entsteht dabei die wulstförmige Schweißnaht 14.

Dabei ist in Ausgangsstellung und auch nach Herstellung der Verbindung V die Stützhülse 13 mit einem Ende 13a bündig mit der Stirnseite des Aluminiumkabels 1. Dies erlaubt es, daß das mit der Stützhülse 13 versehene Aluminiumkabel 1 mit dem Anschlußteil 4

durch Reibschweißen verbunden wird.

Das mit dem Aluminiumkabel 1 zu verbindende und stumpf zu verschweißende Anschlußteil 4 wird dabei in nicht näher dargestellter
5 Weise in Drehung versetzt und rotierend mit hoher Drehzahl von beispielsweise 1500 Umdr./Min. gegen die Stirnseite 12 des Aluminiumkabels 1 und das Ende 13a der spätestens jetzt verpreßten Stützhülse 13 gedrückt und durch die dabei entstehende Reibwärme nach dem Abbremsen und Anhalten der Rotation verschmolzen und
10 verschweißt, wobei im Bereich der Verbindung V dann die Metalle der verbundenen Teile auch miteinander legiert werden. Die Drähte 2 oder Litzen des Aluminiumkabels 1 werden also vor und während des Schweißvorganges zumindest im Bereich der stirnseitigen Verbindungsstelle V zusammengedrückt, um den schon erwähnten
15 Vollquerschnitt mit ebener, flächiger Stirnseite 12 zu bilden.

Die Stützhülse 13 wird außenseitig flächig, insbesondere zu einem Mehrkant, zum Beispiel zu einem Sechskant, verpreßt, so daß eine weitgehend gleichmäßige Zusammendrückung der Drähte 2 im Bereich
20 der Verbindung V erfolgt und die Stützhülse 13 später außenseitig gut auch mit Werkzeugen bei der Montage erfaßt werden kann.

Gemäß Fig.2 kann mit dem Aluminiumkabel 1 eine Batterieklemme 5 mit Anschlußbolzen 5a als Anschlußteil 4 verbunden werden.

25 Fig.3 und 4 zeigt die Verbindung eines Aluminiumkabels 2 mit einem Anschlußteil 4, das als Kabelschuh 6 mit einem bolzenförmigen Anschlußteil 6a ausgebildet ist.

30 In Fig.5 und 6 ist die Verbindung des Aluminiumkabels 1 mit einem Anschlußadapter 7 für stoffschlüssige elektrische Verbindungen beispielsweise über Steckerstifte 8 dargestellt, wobei der Anschlußadapter 7 selbst die entsprechende Querschnittsform und -fläche zum stumpfen Verschweißen mit dem Aluminiumkabel 1 aufweist.

Fig.7 und 8 schließlich zeigt die Möglichkeit, ein Aluminiumkabel 1 mit einem Kabelstück 9 insbesondere aus Kupfer oder einer Kupferlegierung als Anschlußstück 4 zu verbinden, wobei dieses als Anschlußstück 4 dienende Kabelstück 9 aus Drähten 10 aus Kupfer oder einer Kupferlegierung an seiner Außenseite ebenfalls mit einer Stützhülse 13 insbesondere aus Kupfer, einer Kupferlegierung oder Messing oder auch Aluminium, in jedem Falle aus Metall, verpreßt und mit der Stirnseite 12 des Aluminiumkabels 1 stumpf verschweißt wird. Dabei wird auch diese Stützhülse 13 aus Kupfer oder dergleichen mit dem Kabelstück 9 am Ende bündig angeordnet, so daß die Verbindung V sowohl an den jeweiligen Drähten 2 und 10 als auch den Stützhülsen 13, also über einen entsprechend vergrößerten Querschnitt mit entsprechender Stabilität erfolgt.

Eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens ist nicht näher dargestellt und umfaßt zweckmäßigerweise eine offenbare Einspannvorrichtung für das mit der Stützhülse 13 versehene Aluminiumkabel 1 und eine in Flucht damit angeordnete lösbare und drehantreibbare Halterung für das Anschlußteil 4. Die Einspannvorrichtung und die Halterung sind dann relativ zueinander in Längserstreckungsrichtung des Aluminiumkabels 1 und des damit zumindest bei gegenseitiger Berührung fluchtenden Anschlußteiles 4 bewegbar oder verschiebbar, so daß das rotierende gegen das feststehende Teil angedrückt und dadurch die notwendige Reibungshitze für den Reibschweißvorgang erzeugt werden kann. Dabei ist zweckmäßigerweise die rotierende Halterung verschiebbar, da sie das insgesamt kürzere oder kleinere Anschlußteil 4 aufnimmt. Nach dem Abbremsen des Drehantriebes erfolgt unter der entstandenen Reibungshitze die gegenseitige Verschmelzung und Verschweißung praktisch über den gesamten Querschnitt, die also nicht nur eine feste, sondern auch eine dichte Verbindung V ergibt.

Durch das Verpressen mit der Stützhülse 13, die auch über die Isolierung 3 des Aluminiumkabels 1 reicht, werden die Aluminiumdrähte 2 geschützt und geschont und trotz dieser Verpressung nicht so stark

verformt, daß sie späteren dynamischen Belastungen nicht mehr standhalten können. Durch das Verschweißen werden die unterschiedlichen Metalle im Bereich der Verbindung V, also im Berührbereich, miteinander legiert. Dies ergibt eine hohe Bruch- und Reißfestigkeit bei gleichzeitig sehr guter elektrisch leitender Verbindung. Auch hohe dynamische Belastungen können aufgenommen werden, so daß sich diese Verbindung besonders gut für Batterieleitungen in Kraftfahrzeugen eignet, so daß im Bereich der Batterie, wo Säuredämpfe auftreten können, das gegenüber solchen Dämpfen widerstandsfähige Kupfer oder Messing verwendet werden kann, während die weitere stromführende Leitung aus dem leichteren Aluminium bestehen kann.

Die Verbindung V des elektrischen Aluminiumkabels 1 mit einem Anschlußstück 4 aus anderem Metall, insbesondere Kupfer oder einer Kupferlegierung, wird durch Zusammendrücken der das Aluminiumkabel 1 bildenden Drähte 2 im Endbereich und Verschweißen mit dem Anschlußteil 4, insbesondere durch ein Reibschweißverfahren, bewirkt. Dabei wird die Reibwärme zwischen den Materialien genutzt, um beide Materialien zu schmelzen und ohne Zusatzschweißstoff miteinander zu verbinden. Das Aluminiumkabel 1 wird dazu mit einer mit ihm verpreßten Stützhülse 13 versehen, die die einzelnen Drähte 2 an der Verbindungsstelle praktisch zu einer vollen Fläche macht und selbst mit dem Anschlußteil 4 mitverschweißt wird. Somit können Anschlußteile aus Kupfer dicht und elektrisch gut leitend mit dem Aluminiumkabel 1 verbunden werden, ohne daß im Verbindungsbereich eine Korrosionsgefahr aufgrund unterschiedlich edler oder unedler Metalle besteht.

30

Ansprüche

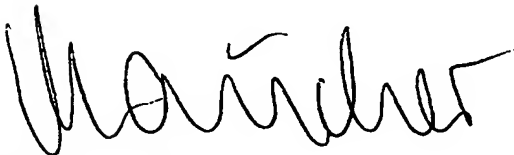
A n s p r ü c h

1. Verbindung (V) eines elektrischen Aluminiumkabels (1),
5 insbesondere eines aus mehreren Aluminiumdrähten (2) oder -
litzen gebildeten und isolierten Aluminiumkabels mit einem
aus Kupfer, aus einer Kupferlegierung und/oder aus Messing
oder dergleichen Metall bestehenden Anschlußteil (4), zum
Beispiel mit einer Batterieklemme (5), einem Kabelschuh (6),
10 einem Anschlußadapter (7), einem Steckerteil, einem Kabelstück
(9) oder dergleichen, für die elektrische Anlage eines
Kraftfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Isolierung
(3) des Aluminiumkabels (1) vor der Berührstelle mit dem
Anschlußteil endet oder entfernt ist, daß eine Stützhülse (13)
15 vorgesehen ist, die zumindest den der endseitigen Stirnseite
(12) des abisolierten Teiles des Aluminiumkabels (1) benachbar-
ten Bereich umschließt, daß diese Stützhülse (13) mit dem Ende
des Aluminiumkabels (1) verpreßt und/oder darauf aufgeschrumpft
ist, so daß die Drähte (2) des Aluminiumkabels (1) zumindest
20 im Bereich der Stirnseite (12) zusammengedrückt sind, und daß
das Anschlußteil (4) mit der Stirnseite (12) des Endes des
Aluminiumkabels verschweißt ist.
2. Verbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
25 Stützhülse (13) bis über den Übergang zwischen dem abisolierten
Bereich des Aluminiumkabels (1) und der Isolierung (3), einen
Teil der Isolierung (3) umschließend, reicht.
3. Verbindung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
30 daß das eine Ende (13a) der Stützhülse (13) bündig mit der
endseitigen Stirnseite (12) des abisolierten Bereiches des
Aluminiumkabels (1) ist.
4. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekenn-
35 zeichnet, daß das Aluminiumkabel (1) und die aufgeschrumpfte

oder aufgepreßte Stützhülse (13) und das Anschlußteil (4) einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt insbesondere gleicher Größe haben.

- 5 5. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die das Ende des Aluminiumkabels (1) zusammen-drückende Stützhülse (13) eine Metallhülse, insbesondere eine Aluminiumhülse ist.
- 10 6. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (13) zum Verpressen oder Vorverpressen des Aluminiumkabels in ihrem Inneren wenigstens zwei Abschnitte unterschiedlichen Innenquerschnittes oder Innendurchmessers hat und der Abschnitt (13b) mit dem größeren
15 Innendurchmesser das Ende der Isolierung (3) des Aluminiumkabels (1) und der Abschnitt (13c) kleineren Innenquerschnittes den abisolierten Bereich des Aluminiumkabels (1) umgreift.
- 20 7. Verbindung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Innendurchmesser der Stützhülse (13) etwa der doppelten Dicke der Isolierung (3) des Aluminiumkabels (1) entspricht.
- 25 8. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das mit der Stützhülse (13) versehene Ende des Aluminiumkabels (1) mit dem Anschlußteil (4) durch Reibschweißen verbunden ist.

30

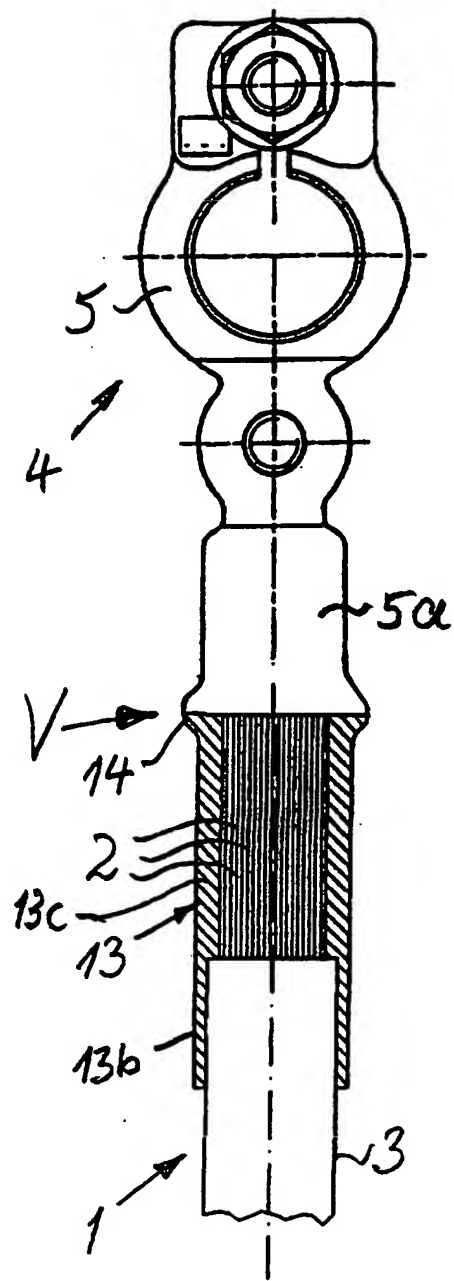
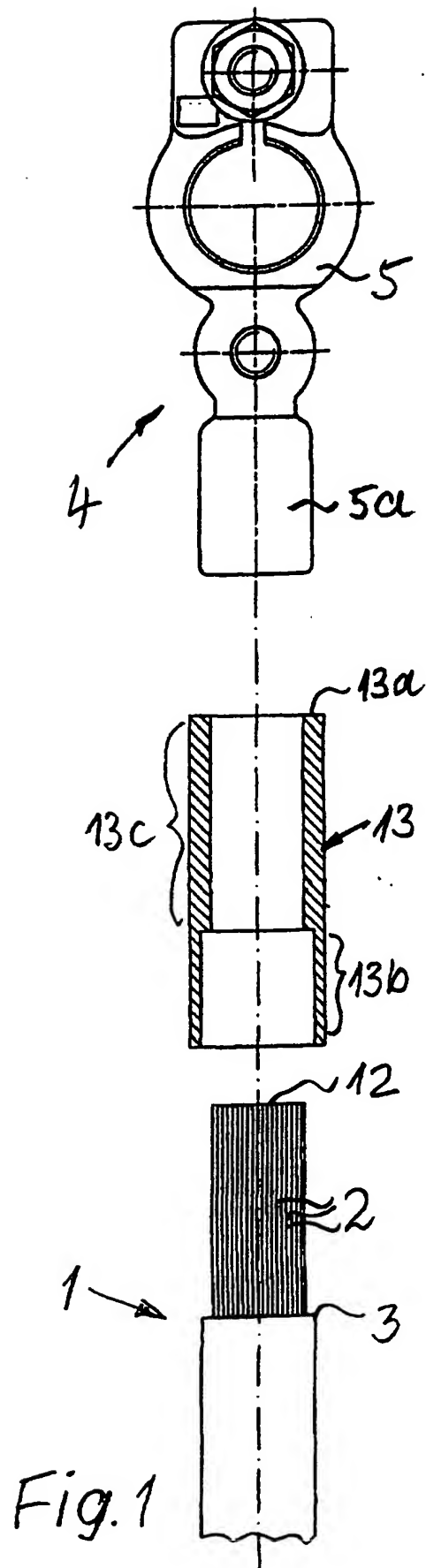


Pat ntanwalt

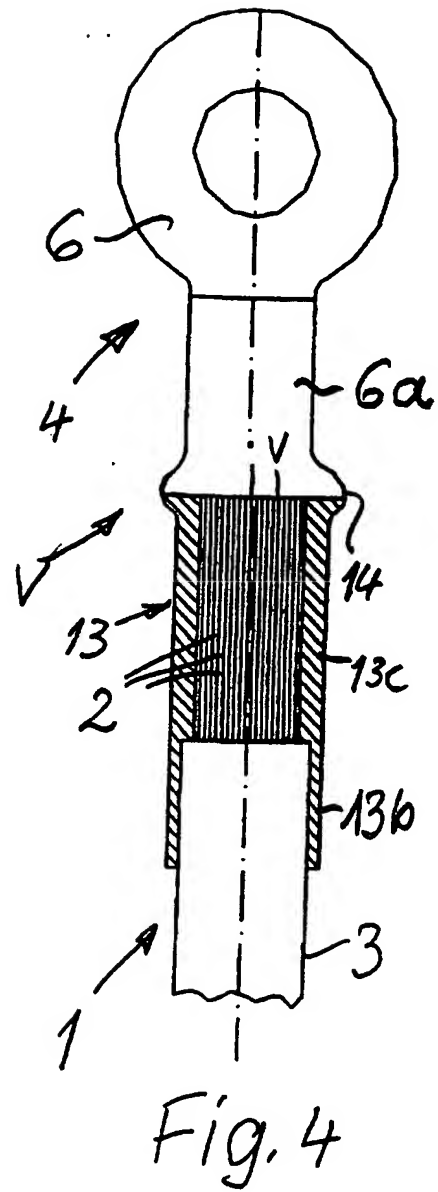
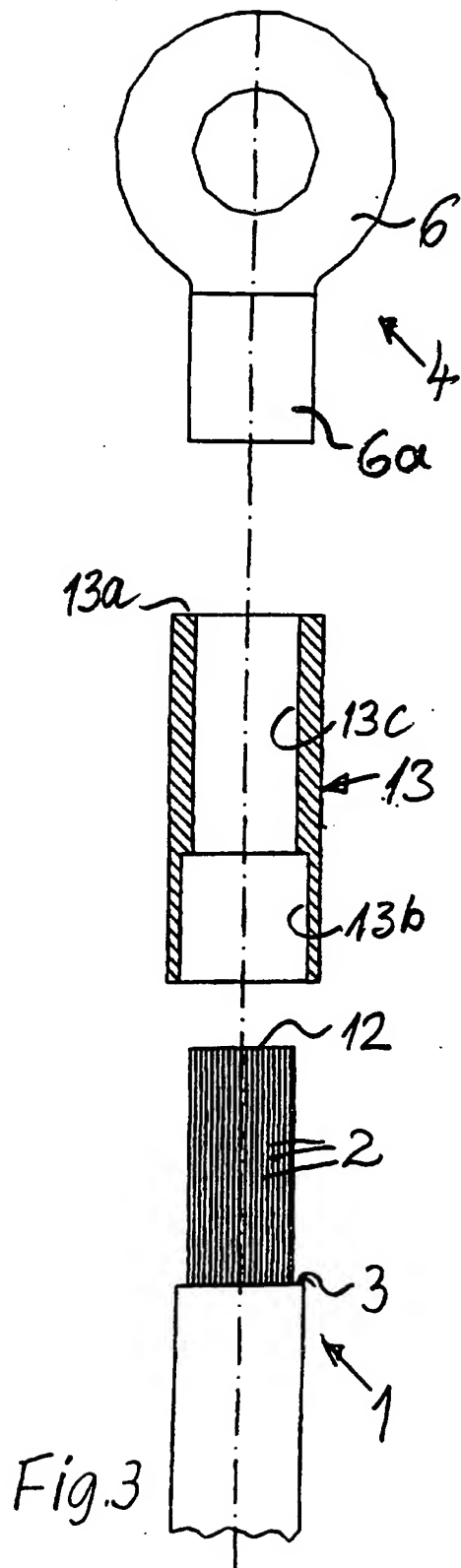
35

W. Maucher

25.00.99



25.02.99



25.02.99

